

PUB-NO: EP001225633A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: EP 1225633 A1

TITLE: K?hler zur K?hlung eines  
Leistungshalbleiterbauelements  
bzw.-Moduls sowie Verfahren zum Herstellen  
eines solchen  
K?hlers

PUBN-DATE: July 24, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KAUFMANN, STEFAN	CH
LANG, THOMAS	CH

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ABB SCHWEIZ AG	CH

APPL-NO: EP01101330

APPL-DATE: January 22, 2001

PRIORITY-DATA: EP01101330A (January 22, 2001)

INT-CL (IPC): H01L023/473

EUR-CL (EPC): H01L023/473

US-CL-CURRENT: 257/E23.098

ABSTRACT:

CHG DATE=20021204 STATUS=O> Heat sink (22) comprises a porous ceramic foam body (11) in thermal contact with a power semiconductor component or module via a cooling surface (21). Water, as a cooling liquid, is allowed to pass through the body. An Independent claim is also included for a process for the production of a heat sink comprising inserting a ceramic foam body

into a housing (20) consisting of an upper part (12) and a lower part (13), and joining the two parts. Preferred Features: The ceramic foam body is made from aluminum nitride. The ceramic foam body is produced by impregnating a foam body made from a polymeric foam with a ceramic slip, firing, and sintering the impregnated foam body.



(19) Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 225 633 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
24.07.2002 Patentblatt 2002/30

(51) Int Cl. 7: H01L 23/473

(21) Anmeldenummer: 01101330.7

(22) Anmeldetag: 22.01.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: ABB Schweiz AG  
5400 Baden (CH)

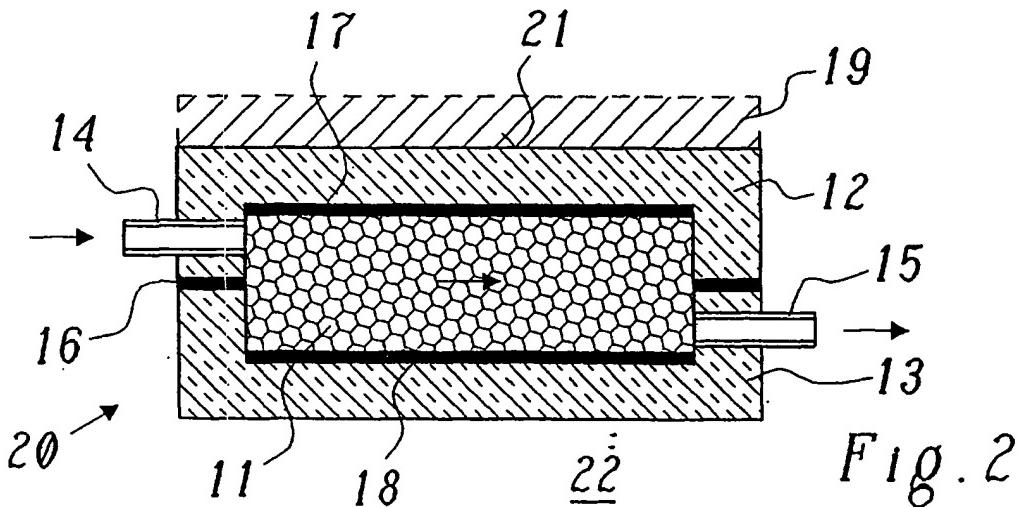
(72) Erfinder:  
• Kaufmann, Stefan  
5000 Aarau (CH)  
• Lang, Thomas  
8050 Zürich (CH)

(74) Vertreter: ABB Patent Attorneys  
c/o ABB Schweiz AG  
Brown Boveri Strasse 6  
5400 Baden (CH)

### (54) Heat sink for cooling a power semiconductor device and method of manufacturing such a heat sink

(57) Bei einem Kühler (22) zur Kühlung eines Leistungshalbleiterbauelements bzw. -moduls wird eine einfache Herstellung und eine gute Wärmeabfuhr durch einen porösen Keramikschäumkörper (11) erreicht, wel-

cher über eine Kühlfläche (21) flächig mit dem zu kühlenden Leistungshalbleiterbauelement bzw. -modul in thermischen Kontakt gebracht wird und welcher von einer Kühlflüssigkeit, vorzugsweise Wasser, durchströmt wird.



EP 1 225 633 A1

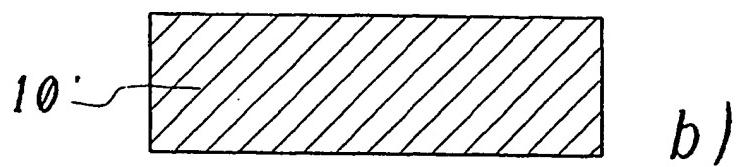
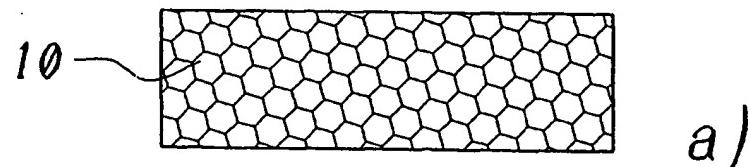


Fig. 1

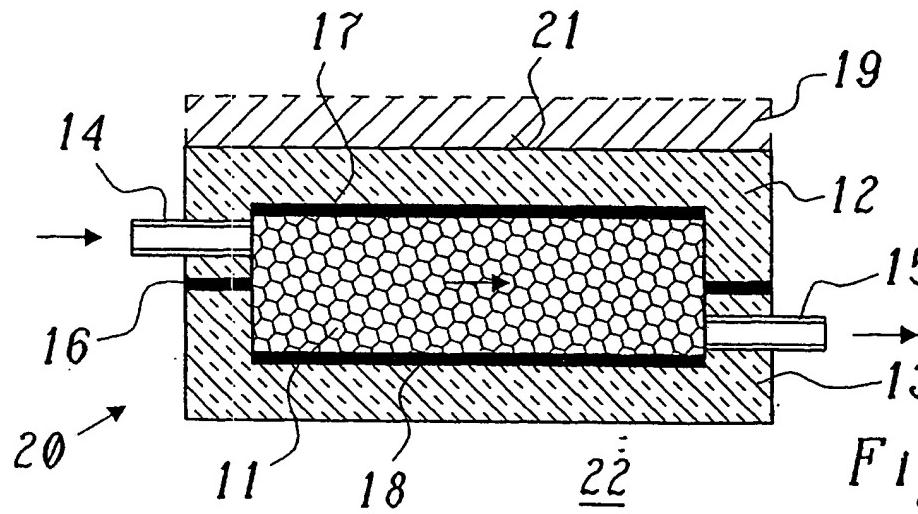
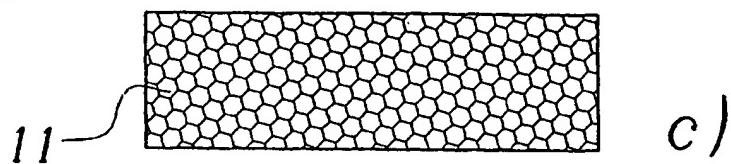


Fig. 2

**Beschreibung****TECHNISCHES GEBIET**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Leistungselektronik. Sie betrifft einen Kühler zur Kühlung eines Leistungshalbleiterbauelements bzw. -moduls sowie ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Kühlers.

**STAND DER TECHNIK**

[0002] Für die Kühlung von Leistungshalbleiterbauelementen (Thyristoren, GTOs, IGBTs etc.) oder mit diesen Bauelementen aufgebauten Modulen mit Sperrspannungen von mehreren kV und Strömen von einigen 100 A werden Kühler bzw. Kühlkörper (Kühlkörpern) eingesetzt, die von einer Kühlflüssigkeit, häufig Wasser, durchströmt werden. Das heute meist verwendete Material für derartige Kühler bzw. Kühlkörper ist Aluminium, da es sich leicht maschinell bearbeiten lässt, vom Preis her günstig ist und eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist. Das Problem im Zusammenhang mit Hochleistungshalbleitern ist der hohe Ausdehnungskoeffizient von Aluminium sowie die Tatsache, dass das Kühlwasser den Kühler nur mit einer begrenzten Geschwindigkeit durchfliessen kann, da es sonst zu Erosionserscheinungen kommen kann.

[0003] Keramik ist dafür bekannt, dass es kaum Erosion zeigt. Zudem ist der Ausdehnungskoeffizient der gebräuchlichen Keramiken wie  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder AlIN näher am Si als dies bei den Metallen der Fall ist. Nachteilig ist, dass Strukturkeramik nur schwer maschinell bearbeitbar ist und dass daher die Ausbildung von Keramikkühlern mit geeigneten Kanälen für die Kühlmittelströmung mit grossen Schwierigkeiten und erhöhtem Aufwand verbunden ist. So ist in der US-A-5,978,220 der Anmelderin beispielsweise ein Flüssigkeitskühler aus Keramik für ein Hochleistungshalbleitermodul vorgeschlagen worden, bei dem zur Verbesserung der Wärmeübergabe eine Vielzahl von Stiften in der Kühlmittelströmung angeordnet sind. Dieser Aufbau ist vergleichsweise aufwendig.

**DARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Kühler aus Keramik zu schaffen, der einfach herzustellen ist und eine gute Wärmeabfuhr vom zu kühlenden Bauelement bzw. Modul ermöglicht, sowie ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Kühlers anzugeben.

[0005] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 7 gelöst. Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass es eine Technologie gibt, mit welcher man einfach keramische Schäume herstellen kann. Dabei wird ein polymerer Schaumstoff mit einem Schlicker getränkt, ausgebrannt und schliesslich gesintert. Der Kern der Erfindung besteht nun dar-

in, einen solchen porösen Keramikschaumkörper über eine Kühlfläche flächig mit dem zu kühlenden Leistungshalbleiterbauelement bzw. -modul in thermischen Kontakt zu bringen und den Keramikschaumkörper von einer Kühlflüssigkeit, vorzugsweise Wasser, durchströmen zu lassen. Durch die Verwendung eines Keramikschaumkörpers entsteht ein Kühler, welcher eine hohe Wärmeleitfähigkeit hat, wegen der Poren eine enge, wirkungsvolle Kühlstruktur aufweist, und keine Erosionserscheinungen zeigt.

[0006] Eine bevorzugte Ausgestaltung des Kühlers nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Keramikschaumkörper in einem geschlossenen Gehäuse untergebracht ist, dessen Inneres von der Kühlflüssigkeit durchströmt wird, und dass eine Außenfläche des Gehäuses die Kühlfläche bildet. Hierdurch wird bei kompaktem und einfachem Aufbau eine hohe Kühlwirkung erzielt.

[0007] Besonders verschleissfest und wirkungsvoll ist der Kühler, wenn gemäss einer bevorzugten Weiterbildung das Gehäuse aus einer thermisch gut leitenden Keramik hergestellt ist, das Gehäuse aus einem Oberteil und einem Unterteil besteht, Oberteil und Unterteil miteinander durch eine erste Verbindungsschicht, vorzugsweise aus einem Lot oder einer Sinterpaste, stoffschlüssig verbunden sind, und der Keramikschaumkörper mit dem Oberteil und mit dem Unterteil jeweils durch eine zweite und dritte Verbindungsschicht, vorzugsweise aus einem Lot oder einer Sinterpaste, stoffschlüssig verbunden ist. Insbesondere ist der Keramikschaumkörper aus AlIN hergestellt.

[0008] Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass zur stoffschlüssigen Verbindung der Teile Verbindungsschichten aus einem Lot oder einer Sinterpaste verwendet werden.

[0009] Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN**

[0010] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 in mehreren Teilfiguren (a) bis (c) verschiedene Schritte zur Herstellung des Keramikschaumkörpers gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Verfahrens nach der Erfindung; und

Fig. 2 im Querschnitt eine bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Kühlers.

**WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG**

[0011] Kern der Erfindung ist der Einsatz eines Kera-